

2006

Evoluzione e sviluppo della rete permanente di telecamere fisse per il monitoraggio video dell'Etna

Emilio Pecora, Emilio Biale, Danilo Reitano

n.32

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata 605 - 00143 Roma

tel 06518601 • fax 065041181

www.ingv.it



**EVOLUZIONE E SVILUPPO DELLA RETE PERMANENTE
DI TELECAMERE FISSE PER IL MONITORAGGIO VIDEO DELL'ETNA**

Emilio Pecora, Emilio Biale, Danilo Reitano

Introduzione

Da Gennaio 2001 l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.) gestisce le stazioni televisive che filmano l'attività vulcanica dei crateri sommitali dell'Etna, di Stromboli e della Fossa di Vulcano.

I segnali sono inviati in tempo reale al Centro Unificato Acquisizione Dati (CUAD) di Catania (Figura 1) e registrati in continuo con appositi apparati di videoregistrazione. La sorveglianza video dei vulcani siciliani, situati in prossimità di aree densamente popolate, aiuta i vulcanologi a fornire alla Protezione Civile aggiornamenti in tempo reale sull'attività vulcanica in atto.

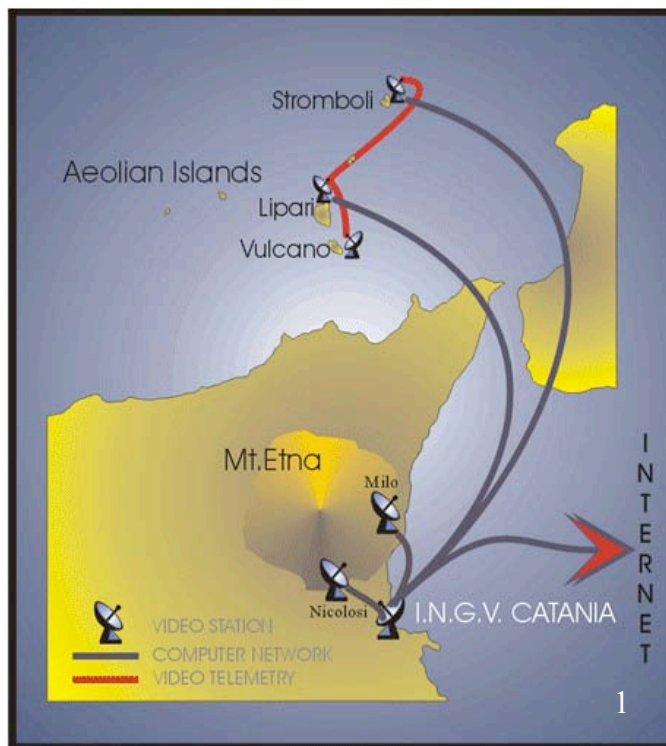


Figura 1. Stazioni di monitoraggio video installate sull'Etna e alle Eolie e trasmissione dei segnali televisivi al CUAD.

Il sistema è composto da telecamere professionali della Sony, della Canon e della Flir, da trasmettitori e ricevitori professionali, da sistemi di controllo remoto implementati mediante PC e software dedicato, da radio, da modem e da sistemi di videoregistrazione professionali della Sony e della Panasonic.

Scopo del lavoro è dare una visione tecnica globale del primo sistema di telerilevamento video del suo genere in Italia.

Riassunto

L'attività eruttiva dell'Etna, iniziata il 27 ottobre 2002 e caratterizzata da continue fontane di lava con notevole emissione di cenere vulcanica, è stata ripresa in continuo dalla rete di monitoraggio video attualmente operante all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia della sezione di Catania permettendo ai vulcanologi l'osservazione dei fenomeni in atto.

La rete di monitoraggio video (Figura 1) ha permesso, anche di acquisire notizie importanti riguardo all'entità e alla direzione della nube eruttiva che ha causato notevoli disagi a Catania, in diversi comuni della sua provincia e al traffico aereo.

Questa rete è costituita attualmente da cinque telecamere, tre Canon VC-C4 dotate di ottica e brandeggio controllabili via remoto. La prima è stata installata nel 2001 al comune di Milo (Figura 2), la seconda, nel 2002, ha sostituito la SONY EVI G 21 posizionata sul tetto della sala operativa del CUAD (Figura 3) e la terza Canon è in funzione a Nicolosi dal 2005 (Figura 4). La quarta telecamera della rete è una Sony FCB 470 LP utilizzata per la stazione mobile; infine, sempre a Nicolosi è operativa dal 2005 una telecamera termica Flir A 40 M (Figura 4).

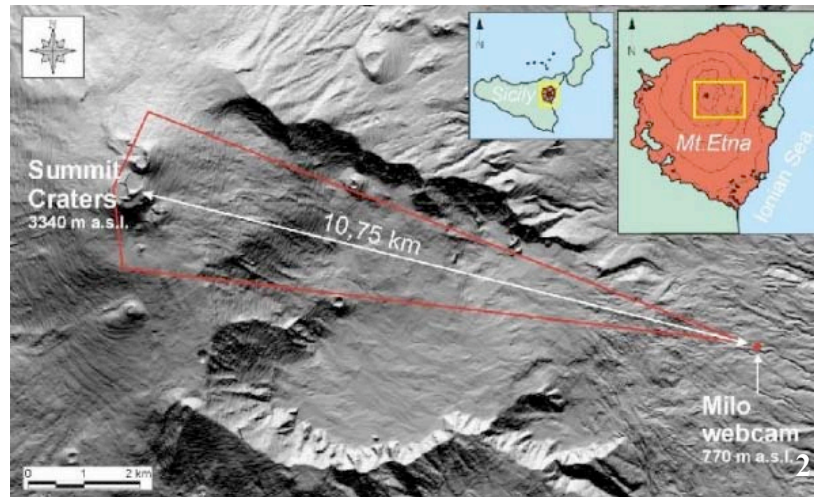


Figura 2. Mappa che indica la posizione della telecamera Canon VC-C4 posta sul tetto della sede comunale di Milo.

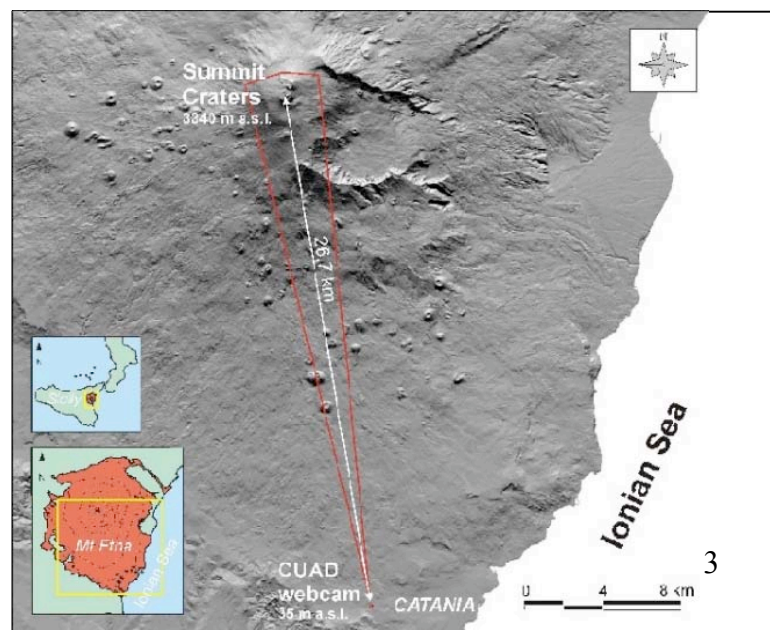


Figura 3. Mappa che indica la posizione della telecamera Canon VC-C4 posta sul tetto della sala operativa del CUAD.

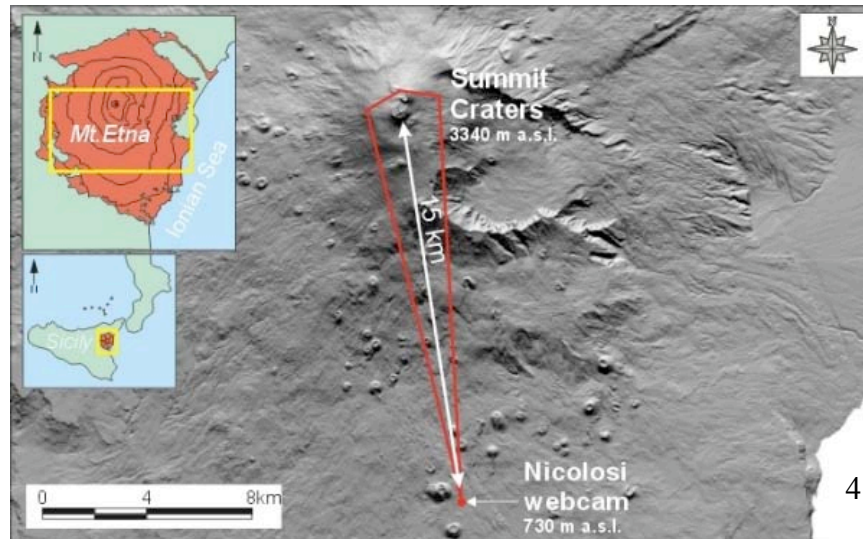


Figura 4. Mappa che indica la posizione dalla stazione video di Nicolosi dotata di telecamera Canon VC-C4 R e di telecamera termica Flir A 40 M.

Entro il 2007 è previsto il ripristino della stazione fissa sommitale a “La Montagnola” completamente distrutta dall’attività dell’Etna del 2000, che permetterà l’osservazione dell’area craterica sia nel visibile sia nell’infrarosso. I dati arriveranno in tempo reale alla sala operativa di Catania mediante sistemi professionali a microonde.

Tra la fine del 2006 e l’inizio del 2007 sarà installata, in prossimità del comune di Bronte, una nuova stazione video che permetterà l’osservazione del versante occidentale dell’Etna.

Nel 2007 sarà ottimizzata e ampliata, mediante l’utilizzo di una telecamera termica, anche la stazione video del versante orientale che attualmente si trova a Milo. Tale stazione, per motivi di visibilità e logistici quasi sicuramente sarà spostata in altra sede.

Infine entro il 2007 le stazioni mobili saranno potenziate, ottimizzate e poste in punti strategici prossimi rendendo possibile il trasferimento in tempo reale a Catania delle immagini mediante la realizzazione e l’installazione sull’Etna di ponti ripetitori.

1. La stazione video del CUAD

Da luglio 2001 a Novembre 2002 la telecamera Sony EVI G 21 ha inviato le immagini dell’Etna via cavo ad un monitor tv Sony posto all’interno della sala operativa del CUAD costantemente tenuto sotto controllo da parte dei turnisti H24 della sezione di Catania dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

A causa della distanza tra il CUAD e l’Etna e della scadente qualità delle immagini acquisite da questa telecamera, era difficile valutare in maniera corretta l’attività del vulcano.

È stata pertanto acquistata e successivamente installata al CUAD una Canon VC-C4 già collaudata alla stazione di Milo.

Questa telecamera oltre ad essere remotabile è dotata di uno zoom più potente, di una risoluzione maggiore e permette di memorizzare fino ad otto inquadrature prescelte.

È stato anche installato sul computer del turnista il software dedicato per il controllo della suddetta telecamera.

Il turnista, su richiesta esplicita dei vulcanologi e mediante questo programma può variare lo zoom, l’inquadratura ed altri parametri che possono essere di aiuto per valutare meglio il fenomeno in atto. Alle immagini (Figura 5), visualizzate su un monitor della Sala Operativa del CUAD, viene inserita la data e l’ora mediante sistemi GPS.

Contemporaneamente un personal computer con velocità del processore di 2,4 Ghz provvede alla digitalizzazione delle immagini mediante due schede di acquisizione video Videum 1000 sia per trasferirle alle altre sedi dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia della sezione di Catania in formato di streaming video a cinque frame al secondo, sia per renderle disponibili in formato di filmati avi della durata di quindici minuti circa creati da apposito software utilizzando un frame ogni due secondi.

I frame singoli sono invece pubblicati ogni dieci secondi nelle pagine Intranet e ogni trenta secondi nelle pagine Internet del suddetto Istituto.



Figura 5. Immagini dell'attività eruttiva dell'Etna del 2002-2003 riprese dalla telecamera Canon VC-C4 posta sul tetto della sala operativa del CUAD.

2. La stazione video di Milo

Una telecamera Canon VC-C4 è stata installata nel settembre 2001 presso l'edificio comunale di Milo per riprendere il versante orientale dell'Etna. A causa dell'importante attività sismica di fine Ottobre 2002 che ha recato disagi in diversi comuni della provincia di Catania, l'edificio suddetto ha riportato considerevoli danni strutturali ed è stato evacuato.

Dato che la telecamera di sorveglianza si trovava all'ultimo piano di detto edificio e che al momento non era possibile prevedere un suo spostamento, sono state apportate le opportune modifiche per rendere il servizio più affidabile.

È stato sostituito il vecchio computer, danneggiato dai continui sbalzi di tensione, con uno nuovo e più potente e per evitare il danneggiamento del nuovo pc e per permettere il funzionamento continuo del videoregistratore time-lapse Panasonic AG 6040 e della telecamera Canon VC-C4 è stato installato anche un gruppo di continuità.

Sono state infine programmate, utilizzando il software di controllo della telecamera installato sul nuovo pc, delle altre inquadrature più adatte a riprendere il fenomeno eruttivo in atto (Figura 6).

Di recente è stata infine installata anche una linea dedicata CDN a 128 Kbps per migliorare il trasferimento dei dati dalla suddetta stazione video alle sedi di Catania. Anche qui è stata inserita nelle immagini la data e l'orario sincronizzata con il resto della strumentazione dell'Istituto mediante un sistema GPS time-code ed è stata messa tutta la strumentazione presente nella sede del Comune in un armadio rack.



Figura 6. Immagini dell'attività eruttiva dell'Etna del 2002-2003 riprese dalla telecamera Canon VC-C4 posta al comune di Milo.

3. La stazione video mobile prossimale

La prima stazione video mobile (Figura 7) è stata installata dentro il mezzo mobile dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia della sezione di Catania e tale mezzo è stato posteggiato all'Osservatorio Astrofisico di Serra La Nave. La stazione video, costituita dalla telecamera ad alta risoluzione e sensibilità Sony FCB 470 LP e da un videoregistratore time-lapse Panasonic AG-6040, non prevedeva la trasmissione in tempo reale a Catania delle immagini, ma solo la sua archiviazione su cassette VHS.



Figura 7. Mezzo mobile dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia con all'interno la telecamera Sony FCB 470 LP, il videoregistratore time-lapse Panasonic AG 6040, l'FTIR ed il radiometro.

L'esigenza di installare in tempi brevi una stazione video in località strategiche per l'osservazione dell'attività eruttiva di un vulcano è sorta poiché la stazione video in località "la Montagnola" è stata completamente distrutta dall'attività vulcanica del 2001 e, durante l'eruzione 2002-2003, i vulcanologi hanno avuto la necessità di visionare, in maniera continua e dettagliata, le immagini dell'attività esplosiva dell'Etna di quota 2750 m. s.l.m. per meglio comprendere e valutare l'andamento del fenomeno in atto [Andronico et al., 2005; Calvari et al., 2004].

Il videoregistratore time-lapse Panasonic AG 6040 ha registrato su una cassetta da tre ore tre giorni di immagini ad un frame al secondo mediante time setting di 72 ore.

La telecamera Sony FCB 470 LP è stata affiancata inizialmente ad un sistema per l'analisi dei gas Bruker FTIR OPAG – 22 che effettua misure ogni 30 secondi e successivamente ad un radiometro, entrambi gestiti dai ricercatori della sezione di Catania.

Questa installazione congiunta ha permesso di confrontare le immagini della telecamera registrate dal Panasonic AG 6040 (Figura 8) con i valori registrati dall'FTIR (Figura 9) e dal radiometro durante l'attività eruttiva dell'Etna.



Figura 8. Immagini dell'attività eruttiva dell'Etna del 2002-2003 riprese dalla telecamera Sony FCB 470 LP posta all'Osservatorio di Serra la Nave.

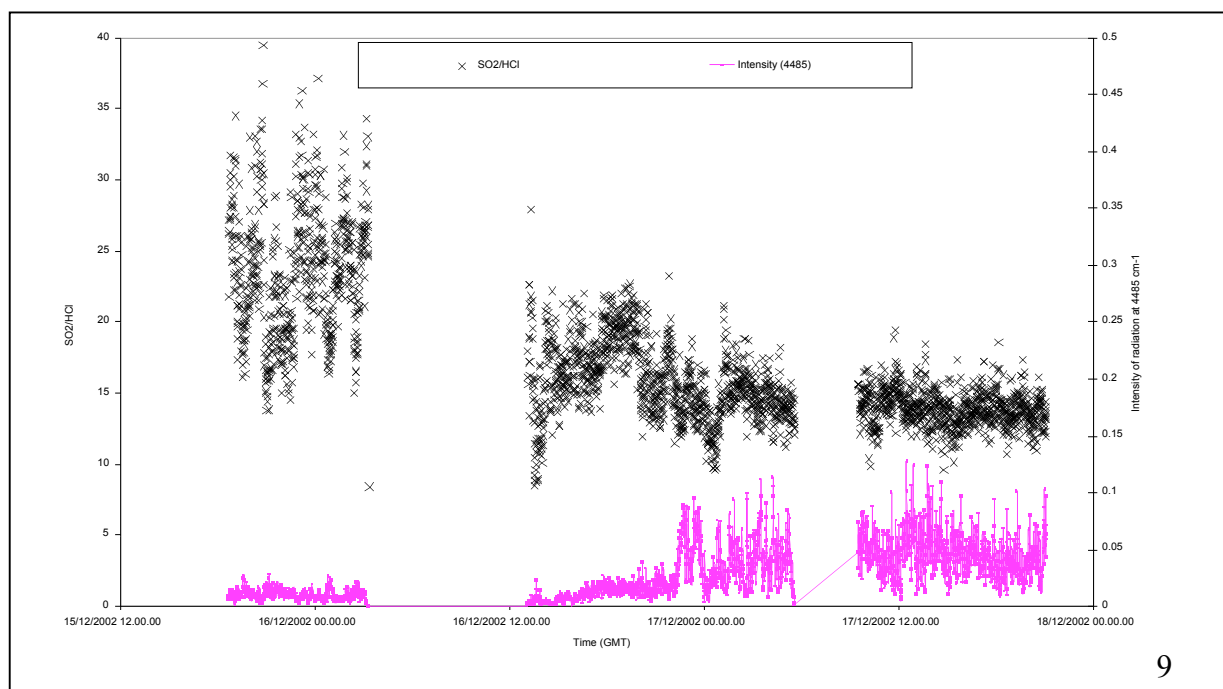


Figura 9. Grafico rappresentante i valori di SO₂/HCL registrati durante le misure FTIR in continuo dal 15/12/2002 al 18/12/2002 a Serra La Nave.

Successivamente sono stati effettuati e proseguono tuttora ulteriori test (Figura 10) per migliorare ed ottimizzare l'utilizzo di un eventuale stazione mobile, considerando in tale tipologia di stazione anche la trasmissione in tempo reale delle immagini a Catania.

Per effettuare la trasmissione suddetta sarà necessario predisporre a priori dei siti per il rimbalzo dei dati video (ponti ripetitori), poiché dovendo installare la stazione di ripresa in posti impervi ed

utilizzando sistemi di trasmissione professionali a 10 Ghz è di fondamentale importanza la visibilità ottica tra la stazione trasmittente e quella ricevente.



Figura 10. Test di trasmissione video a 10 Ghz effettuato dall'Etna, in prossimità della stazione di arrivo della Funivia a quota 2550 m s.l.m., verso Catania (25 Km).

4. La stazione video di Nicolosi

Per avere una visuale completa del versante sud dell'Etna, con particolare riferimento all'evoluzione dell'attività esplosiva ed in attesa di poter iniziare i lavori per la ricostruzione della stazione video in località "La Montagnola" distrutta dall'eruzione del 2001, si è pensato di installare una nuova stazione video in località Nicolosi.

Per la scelta del luogo, dopo avere valutato diverse possibilità, è stato deciso di utilizzare, previo accordo col preside, l'edificio scolastico della scuola media di via Monti Rossi.

Tale scelta soddisfa attualmente i requisiti di funzionalità e di visibilità richiesti. I requisiti di funzionalità richiedono l'utilizzo dell'alimentazione elettrica per l'installazione delle telecamere, mentre i requisiti di visibilità richiedono una visione completa sia del versante sud e dei crateri sommitali del vulcano, sia la visibilità con la sede dell'I.N.G.V. di Nicolosi.

Durante la prima fase dei lavori sono stati installati sul tetto della scuola suddetta un palo in fibra di vetro (tipo telecom) alto quattro metri circa (Figura 11), una custodia stagna della Gewiss in poliestere a porta cieca delle dimensioni 800x585x300 modello GW46006 che è stata sollevata da terra di 10 cm mediante appositi supporti ed un quadro elettrico dotato di magnetotermico autorisarmante.

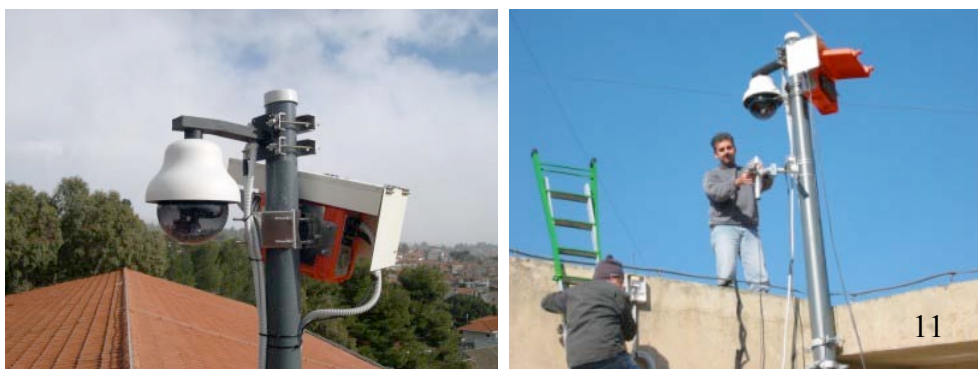


Figura 11. Il palo e le due custodie stagne delle telecamere installate sul tetto della scuola media di Nicolosi.

All'interno della custodia stagna della Gewiss (Figura 12) sono state installati un UPS da 400 VA, per permettere un minimo di autonomia in caso di assenza di energia elettrica, un alimentatore a 12 Volt da 5 Ah e i due trasmettitori video.

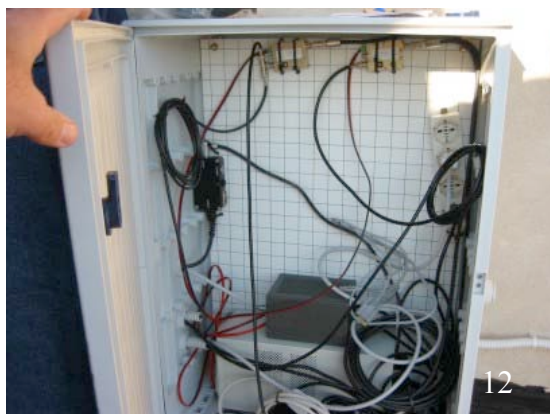


Figura 12. La custodia stagna della Gewiss con all'interno un UPS, un alimentatore a 12 Volt da 5 Ah e i due trasmettitori video.

Come telecamera visibile è stata utilizzata una Canon VC-C4R (Figura 13), simile a quella utilizzata attualmente a Milo ma in grado, rispetto ad essa, di essere posizionata in apposite custodie stagne standard semisferiche per esterni della Videotec in policarbonato, dotate di sistema di riscaldamento del vetro e di cupola protettiva. Tale tipo di telecamera e di custodia stagna per esterni andrà quindi successivamente a sostituire anche la Canon VC-C4 operante a Milo. Queste scelte sono state effettuate per utilizzare materiale standard di buona qualità e facilmente reperibile.



Figura 13. La telecamera Canon VC-C4R dentro l'apposita custodia stagna.

Da una qualunque sede dell'I.N.G.V. di Catania, tramite rete informatica ed una coppia di radiomodem (Figura 14), sarà possibile remotare il pan-tilt, lo zoom e l'ottica della telecamera Canon VC-C4R utilizzando un opportuno software dedicato che consente anche di scegliere tra diverse inquadrature già memorizzate.

La telecamera trasferisce le immagini (Figura 15) alla sede dell'INGV di Nicolosi mediante un trasmettitore video MTX 2100 da 100 mW settato a 1600 Mhz ed un'antenna logaritmica periodica 10 elementi 1000-2000 Mhz G9-10 DB opportunamente polarizzata (polarizzazione verticale) agganciata al palo di fibra di vetro posto sul tetto della scuola (Figura 16).

Per il collegamento tra l'antenna ed il trasmettitore audio video programmabile MTX 2100 da 100 mW è stato utilizzato il cavo schermato Aircell 7.



Figura 14. Il radiomodem ed il trasmettitore wi-fi posizionati sul tetto della scuola media, utilizzati per il controllo della telecamera Canon e per il controllo ed il trasferimento dei dati radiometrici dalla telecamera Flir A 40 M..



Figura 15. Immagini dell'Etna riprese dalla telecamera Canon installata a Nicolosi.



Figura 16. Le due antenne di trasmissione installate sul palo fissato sul tetto della scuola media che puntano la sede dell'I.N.G.V. di Nicolosi.

Visti i buoni risultati ottenuti a Stromboli, anche a Nicolosi è stata installata una telecamera termica Flir.

Per tutto il 2005 è stata utilizzata una Flir 320 M (Figure 17 e 18) e successivamente, a causa di un guasto al sensore, essa è stata sostituita da una Flir A 40 M ethernet (Figure 19 e 20) posta in apposita custodia stagna dotata di vetro al germanio.



Figura 17. La telecamera termica Flir 320 M utilizzata per tutto il 2005 a Nicolosi.

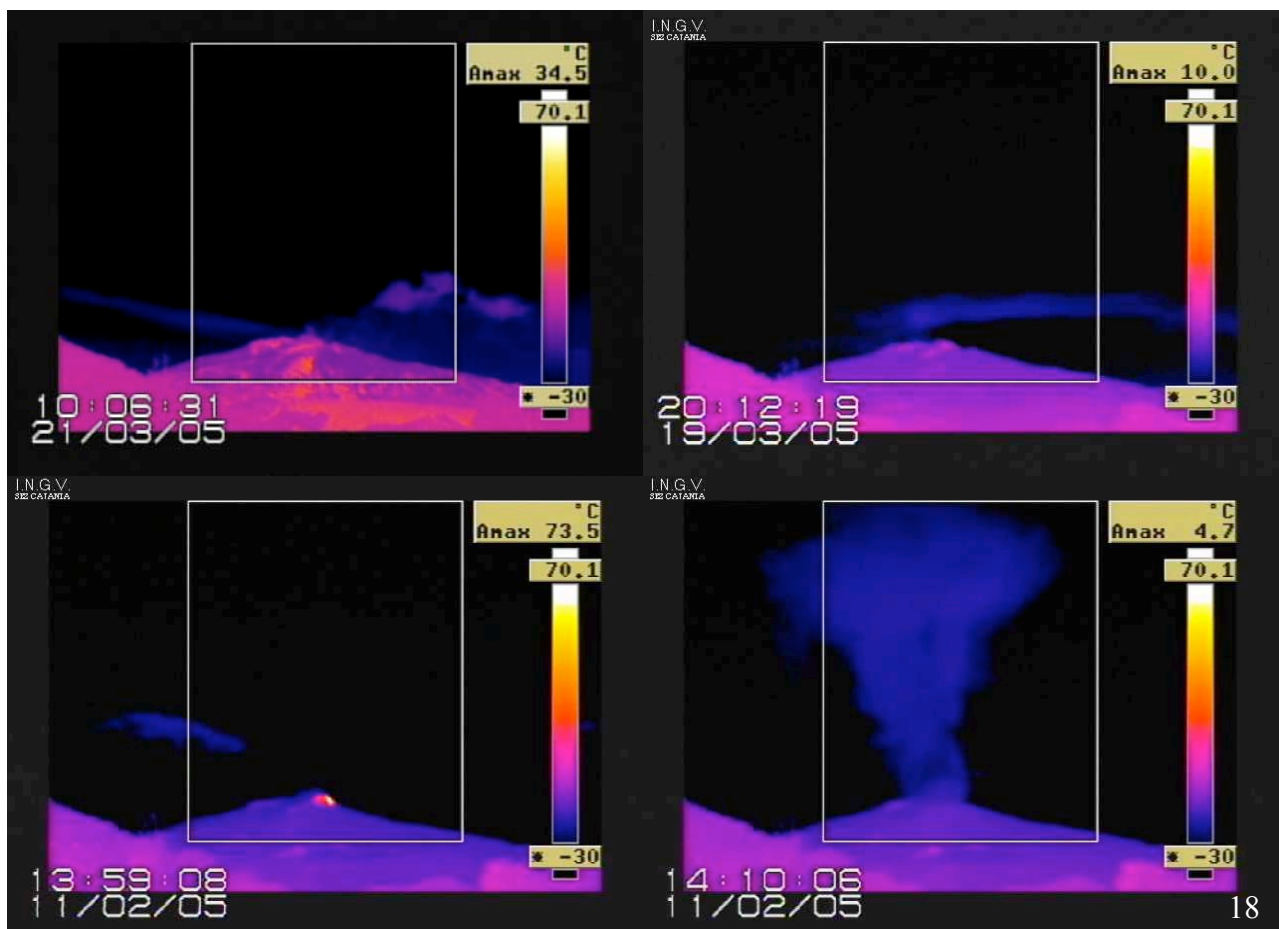


Figura 18. Immagini del 2005 dell'Etna riprese dalla telecamera termica Flir 320 M istallata a Nicolosi.



Figura 19. La telecamera termica Flir A 40 M ethernet e l'apposita custodia stagna installata a Nicolosi.

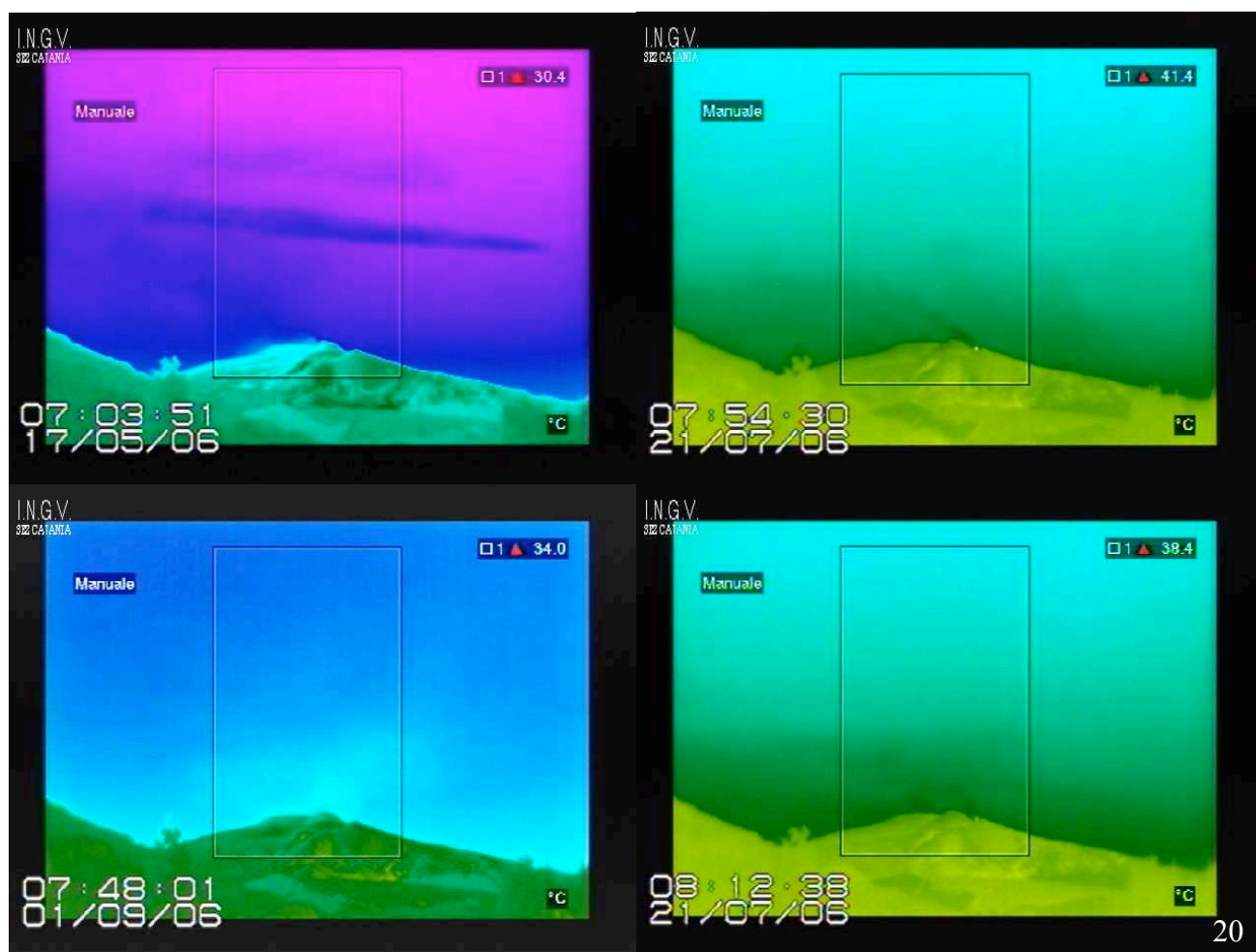


Figura 20. Immagini dell'Etna riprese dalla telecamera termica Flir A 40 M installata a Nicolosi.

La telecamera Flir A 40 M ethernet è dotata di un sensore focal plane array microbolometrico non raffreddato da 320 x 240 pixel, con range spettrale va da 7.5 a 13 micrometri. Essa utilizza un ottica

standard da 24° con risoluzione spaziale (IFOV) di 1.3 mrad, con un campo di vista orizzontale di 24° e un campo di vista verticale di 18° ed è stata dotata anche di un filtro opzionale per la misura di temperature fino a 1500°C con la possibilità di settare diversi range di misura.

Le uscite possono essere video composito e video digitale a 16 bit.

La telecamera termica è in grado di fornire via ethernet i dati radiometrici relativi alla temperatura dell'attività osservata in funzione di alcuni parametri ambientali, come ad esempio la temperatura esterna e l'umidità dell'aria e permette la visione dell'attività vulcanica sia di giorno sia di notte con uguale risoluzione, anche in condizioni ambientali non ottimali (presenza di scarsa nebbia e solo in prossimità delle bocche eruttive). In caso di forte nebbia o nuvole basse che ricoprono interamente l'area tra la postazione video e le bocche eruttive, anche la telecamera termica non riesce a dare alcuna informazione.

Il cavo di alimentazione e l'uscita video della telecamera termica Flir A 40 M entrano nella custodia stagna della Gewiss dove è alloggiato anche il trasmettitore video MTX 2100 da 100 mW settato a 2100 Mhz (Figura 21).



Figura 21. I due trasmettitore video MTX 2100 da 100 mW settati a 2100 Mhz e 1600 Mhz.

Il trasmettitore è a sua volta connesso ad un'antenna logaritmica periodica 10 elementi 1000-2000 Mhz G9-10 DB opportunamente polarizzata (polarizzazione orizzontale) agganciata al palo in fibra di vetro.

Per il collegamento tra l'antenna ed il trasmettitore audio video programmabile MTX 2100 da 100 mW è stato utilizzato il cavo schermato Aircell 7.

Il cavo di rete, uscente dalla custodia della telecamera, è invece collegato ad un trasmettitore wi-fi (Figura 14) alloggiato in apposita custodia stagna vicino al radiomodem.

Entrambi i segnali video sono ricevuti nella sede dell'INGV di Nicolosi mediante due antenne logaritmiche periodiche a 10 elementi 1000-2200 Mhz G9-10 DB opportunamente polarizzate e istallate su un armadio rack (Figura 22) in visibilità ottica con la stazione trasmittente.

I segnali video transitano attraverso degli amplificatori di segnale a 2,2-3 Ghz per aumentare la qualità del segnale e giungono a due demodulatori programmabili (Figura 23), ciascuno settato in funzione della rispettiva frequenza di trasmissione.

All'interno del rack è stato inoltre fissato un alimentatore da 5 Ampere della KERT (settato a 13,8V) che fornisce la giusta alimentazione agli apparati senza generare surriscaldamento eccessivo.



Figura 22. Il rack installato nella sede I.N.G.V. di Niclosi contenente la stazione video ricevente, i sistemi per l'inserimento della data e dell'orario, i sistemi di acquisizione, di digitalizzazione, di archiviazione, di visualizzazione e di trasferimento dati in tempo reale alla sede di Catania.



Figura 23. Sistema di demodulazione a 2 Ghz.

Dopo essere stati demodulati, i segnali video vengono trasferiti, tramite un cavo RG 59 da 75 Ω , a due time code che inseriscono la data e l'orario con precisione del micro secondo mediante un sistema professionale della Alpermann e Velte basato su tecnologia GPS (Figura 23). Dai Time Code i segnali giungono ad un distributore video che li smista ai sistemi di digitalizzazione, ai sistemi di visualizzazione e di archiviazione.

I dati sono digitalizzati da due personal computer con velocità del processore di 2,6 Ghz dotati ciascuno di due schede di acquisizione video Videum AV 1000.

Un computer effettua la digitalizzazione, l'archiviazione ed il trasferimento a Catania dei singoli frame e dello streaming in diretta a cinque frame al secondo delle immagini della telecamera Canon VC-C4R, mentre l'altro personal computer effettua la digitalizzazione, l'archiviazione ed il trasferimento dei singoli frame e dello streaming in diretta a cinque frame al secondo delle immagini della telecamera termica Flir A 40 M.

A Catania arrivano anche i filmati di tutte e due le telecamere in formato avi della durata di quindici minuti ciascuno creati da un software dedicato realizzato dalla Sala Operativa di Catania. I singoli frame giunti alla sede dell'INGV di Catania sono pubblicati nella pagina Intranet del suddetto Istituto con frequenza di un frame ogni 10 secondi, mentre i filmati in formato avi sono archiviati su supporto ottico.

I frame delle due telecamere sono pubblicati anche nella pagina Internet dell'Istituto con frequenza di un frame ogni 30 secondi per quella visibile e di un frame ogni 900 secondi per quella termica.

Le immagini delle due telecamere, oltre che ad essere salvate su hard disk, sono archiviate, su richiesta dei vulcanologi, anche su nastro magnetico mediante due videoregistratori time lapse Panasonic (Figura 24) ad un frame al secondo e sono visualizzate su un monitor tv a colori della Sony da 20”.



Figura 24. Il sistema di videoregistrazione analogico mediante apparati time-lapse.

Le videocassette sono consegnate ai vulcanologi solo su loro esplicita richiesta o in caso di malfunzionamento del supporto informatico.

anche il nuovo sistema automatico New Saraterm (Figura 25). Questo sistema di allertamento e riconoscimento degli eventi eruttivi gira attualmente in continuo su un personal computer con velocità del processore di 2,4 Ghz dotato di una scheda di acquisizione National 1411 ed utilizza le immagini ed i dati radiometrici della telecamera termica Flir A 40 M ethernet.

5. Cenni sulle attività di ricerca correlate

Già da diversi anni esiste un sistema di monitoraggio video dei vulcani attivi siciliani di valido supporto ai vulcanologi per lo studio dei fenomeni eruttivi. Di recente sono state utilizzate con ottimi risultati tecniche termografiche che hanno permesso di rilevare le variazioni di temperatura durante le diverse fasi dell'attività vulcanica. Sono stati inoltre presentati diversi progetti per ampliare la rete di monitoraggio video con telecamere termiche, sia per l'Etna sia per le isole Eolie. È pertanto di fondamentale importanza l'utilizzo di un sistema automatico per il riconoscimento in tempo reale degli eventi mediante l'analisi delle immagini termiche.

Nel 2004 è stato realizzato, in collaborazione con il dipartimento elettrico elettronico e sistemistico dell'Università di Catania, il software Saraterm [Andò e Pecora, 2006] per l'analisi di immagini termiche in grado di riconoscere, in funzione delle diverse temperature, se è presente emissione di lava oppure di ceneri e/o gas e di salvare, in funzione della tipologia dell'attività presente, i frame di interesse con frame-rate di 5 fr/s in caso di esplosioni e 1 fr/s in caso di emissioni di gas.

Nel 2006 è stato implementato, ed è attualmente in fase di test a Nicolosi, il nuovo sistema automatico New Saraterm (Figura 25). Questo sistema di allertamento e riconoscimento degli eventi eruttivi gira attualmente in continuo su un personal computer con velocità del processore di 2,4 Ghz dotato di una scheda di acquisizione National 1411 ed utilizza le immagini ed i dati radiometrici della telecamera termica Flir A 40 M ethernet.

Parallelamente è in fase di realizzazione, sempre in collaborazione con il dipartimento elettrico elettronico e sistemistico dell'Università di Catania, un secondo sistema automatico che, off line, permetterà invece di calcolare, mediante l'analisi delle immagini termiche salvate dal primo sistema, alcuni parametri fisici dinamici e statici dell'attività eruttiva, come ad esempio l'accelerazione, la larghezza, l'altezza e l'area dei materiali espulsi dalle bocche eruttive.

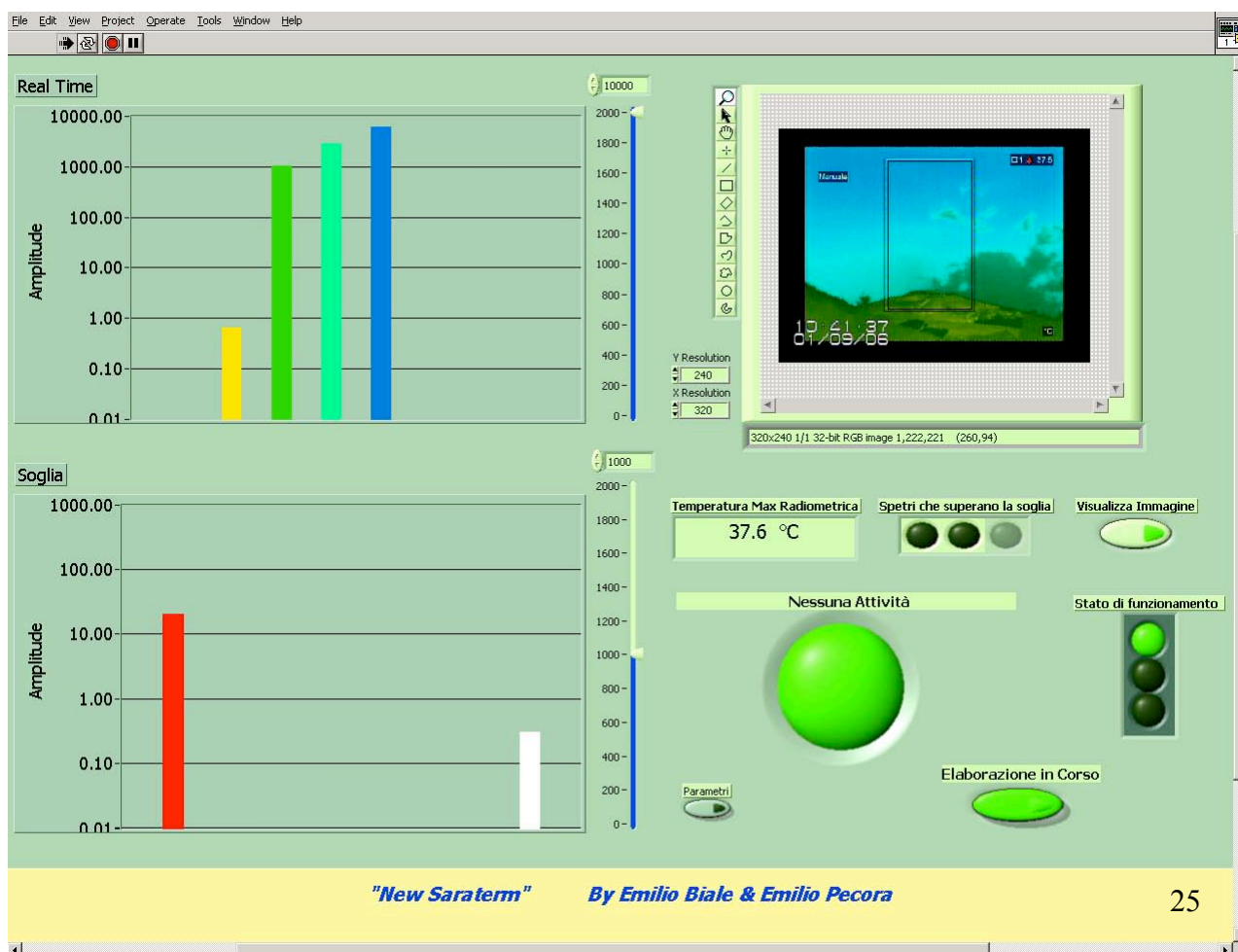


Figura 25. Front Panel del software New Saraterm realizzato in ambiente LabView.

Bibliografia

- Andò B., Pecora E., 2006. "An advanced video-based system for monitoring active volcanoes". Computers & Geosciences, 32, 85–91.
- Andronico D., Branca S., Calvari S., Burton M.B., Caltabiano T., Corsaro R.A., Del Carlo P., Garfi G., Lodato L., Miraglia L., Murè F., Neri M., Pecora E., Pompilio M., Salerno G., Spampinato L., 2005. "A multi-disciplinary study of the 2002–03 Etna eruption: insights into a complex plumbing system". Bull. Volcanol., 67, 314–330.
- Calvari S., Del Carlo P., Branca S., Andronico D., Bruno N., Burton M.R., Caltabiano T., Cascone M., Coltelli M., Condarelli D., Corsaro R.A., Cristaldi A., De Beni E., Garfi G., Lanzafame G., Lodato L., Longo V., Mangiagli S., Messina L., Miraglia L., Morabito F., Murè F., Neri M., Pecora E., Pompilio M., Salerno G., Sawyer G., Scollo S., Spampinato L. "The first period of the 2002 Etna eruption (27 October-5 November): preliminary results " Quaderni di Geofisica, Numero 32, 2004, pag. 1-10.